NEDERLANDSCHE PLANTENZIEKTENKUNDIGE (PHYTOPATHOLOGISCHE) VEREENIGING

TIJDSCHRIFT OVER PLANTENZIEKTEN

ONDER REDACTIE VAN

IR N. VAN POETEREN, PROF. DR W. K. J. ROEPKE EN PROF. DR JOHA WESTERDIJK

43e Jaargang | 2e aflevering | Februari 1937

ZIEKTEVERSCHIJNSELEN BIJ AALBESSEN VEROORZAAKT DOOR DE MINERALE VOEDING

(WITH A SUMMARY IN ENGLISH)

DOOR

DR MARIE P. LÖHNIS

Het onderzoek is opgezet om het verschijnsel van chloorbeschadiging bij aalbessen nader te bestuderen. Gedurende het onderzoek werden nadere waarnemingen gedaan betreffende de ,,Randjesziekte'' veroorzaakt door kaliumgebrek. De verschijnselen veroorzaakt door boriumgebrek werden beschreven evenals een karakteristieke bladbeschadiging door de samenstelling van de minerale voeding veroorzaakt, de werkende oorzaak waarvan echter niet vastgesteld kon worden.

CHLOORBESCHADIGING

STOFFERT is in 1922 (18) de eerste geweest, die verband heeft gelegd tussen beschadigingen aan aalbessen en de werking van chloorhoudende meststoffen. Hij nam waar, dat een bemesting met 40% Kalizout [1]) eerst wel een goede ontwikkeling toelaat, maar dat later de zo bemeste struiken bruine bladeren krijgen, die spoedig afvallen. De opbrengst wordt hierdoor zeer geschaad. Met kaliumsulfaat bemeste planten vertonen dit verschijnsel niet. Aan REMY (15) en REMY en WEISKE (16) gelukte het in 1930 in potproeven met grond, waaraan onderling equivalente hoeveelheden KCl en K_2SO_4 waren toegevoegd het beeld van deze beschadiging bij aanwending van KCl op te wekken. Zij beschrijven dit als volgt: ,,de chloridebeschadiging vertoont gelijkenis met

[1]) 40% kalizout bevat in percenten: K_2SO_4 0–9, KCl 60,1–66,4, $MgSO_4$ 0–10, $MgCl_2$ 0–6, NaCl 16–33, $CaCO_4$ 0,2–6, onoplosbaar 0,2–6, water 0,2–6.

de kaliumgebrekverschijnselen, echter waren de bladranden roestbruin verkleurd en naar de bovenzijde van het blad omgebogen, terwijl zij bij kaliumgebrek een bijna zwarte kleur vertonen en onregelmatig omkrullen. In een artikel in dit tijdschrift (9) in 1933 is door mij geschreven:

„VAN DER PLASSCHE (13) geeft in 1931 de resultaten van een proefveld. Patentkali en Zwavelzure Kali voorkomen hier de ziekte, terwijl in de met Kalizout 40% bemeste percelen de ziekte het eerst en het hevigst optrad. Bij een bezoek aan ditzelfde proefveld onder leiding van Ir VAN DER PLASSCHE kon ik op de Kalizout percelen ook duidelijk de afwijkende vorm der beschadiging waarnemen. Behalve de roestbruine kleur komt mij ook typisch voor, dat de grens der verdorring minder scherp evenwijdig loopt met de bladrand dan bij „Randjesziekte"; telkens is hier de gehele bladtop verdord. Op de foto's van REMY is dit ook duidelijk te zien, hoewel het niet speciaal door hem vermeld wordt." En verder: „In vloeistofculturen, waarin KNO_3 in de VAN DER CRONE oplossing vervangen was door $Ca(NO_3)_2$ en 0,058% NaCl was toegevoegd, vertoonden eind Juni twee stekken een roestbruine verkleuring aan de top van enkele bladeren, de overige bladeren aan deze stekken waren gewoon „randjesziek". Het is denkbaar, dat deze roestbruine verkleuring door het toegevoegde Na Cl veroorzaakt is. Daar dit verschijnsel echter slechts zéér sporadisch in deze serie en in geen der andere series, waaraan Cl of Na was toegevoegd, voorkwam, wil ik het hier nog niet aan toeschrijven. Pas, wanneer in verdere proefnemingen het gelukken mocht, dit verschijnsel regelmatig op te wekken, zou ik hiertoe willen overgaan."

In een voortgezet onderzoek over de uitwerking van voedingsoplossingen van verschillende samenstelling is dit vraagstuk nu nader bestudeerd.

Gewerkt is steeds met de soort Duitse Zure. Door de welwillende medewerking van den Tuinbouwconsulent in Zeeland heb ik de benodigde stekken uit de proeftuin in de Wilhelminapolder ontvangen. De stekken overwinterden op de gewone wijze buiten onder een zandlaag. Gekweekt werd in een warenhuisje, dat met neteldoek bespannen was om te sterke bestraling te voorkomen.

De proeven werden in drie achtereenvolgende jaren genomen. In 1934 en '35 begon evenals in '33 de eerste werking in de wortels omstreeks half Maart. De stekken werden dan in het warenhuis in leidingwater gezet en wanneer duidelijk ontwikkeling optrad in de definitieve voedingsoplossing. In 1936 in een zeer kil voorjaar was echter de eerste wortelwerking pas half April

waar te nemen. Daarop volgde nog tot eind Mei een zeer koude periode, waarin de ontwikkeling uiterst langzaam en slecht was. Deze slechte aanvang werd niet overwonnen: in het algemeen was er dat jaar onregelmatigheid in ontwikkeling en vele stekken vielen uit door een ontijdig wegrotten der wortels.

De voedingsproeven werden genomen in jampotten van 300 ccm inhoud met zwart en wit papier omwikkeld. In de doorboorde geparaffineerde metalen deksels werden per pot 3 stekken geplaatst. Dagelijks werden de potten met leidingwater bijgevuld. Vernieuwing van de voedingszouten was afhankelijk van de mate van groei. Bij sterke ontwikkeling gebeurde dit elke twee weken, bij langzame elke drie.

Hoofdzakelijk werd als grondoplossing de voedingsoplossing van VAN DER CRONE gebruikt met de wijziging door BRYAN (1) aangebracht. De samenstelling is als volgt: 1 gr KNO_3, 2,5 gr $CaSO_4 2H_2O$, 2,5 gr $MgSO_4 7H_2O$, 2,5 gr $Ca_3(PO_4)_2$ en 2,5 gr $FePO_4$ worden samen in een mortier gemengd en per liter leidingwater wordt 0,75 gr toegevoegd.

Daar het echter gewenst was te weten of verschijnselen op gelijke wijze in een voedingsoplossing van andere samenstelling zouden zijn op te wekken, werd als vergelijking een voedingsoplossing volgens NIGHTINGALE, ADDOMS, ROBBINS en SCHERMERHORN (12) gebruikt. De samenstelling van de grondoplossing is hier 0,66 gr KH_2PO_4, 0,54 gr $MgSO_4$ en 2,12 gr $Ca(NO_3)_2$ per liter met toevoeging van Ferricitraat [1]).

Aan alle voedingsoplossingen werd het mengsel van SOMMER en SOROKIN (17) toegevoegd nl. 0,5 mg H_3BO_4, 1,5 mg $MnSO_4$, 0,5 mg $Al_2(SO_4)_3$, 0,12 mg $CuSO_4$ en 0,25 mg KJ per liter.

De pH van de VAN DER CRONE oplossing bleef ook na toevoeging van de neutrale zouten 7. Vóór het verversen der oplossingen was pH 6,2 de laagste, welke bereikt werd. De NIGHTINGALE oplossing heeft pH 5 en door toevoeging der neutrale zouten steeg deze niet boven pH 5,2. Na gebruik was pH 5,7 het hoogst bereikte punt. De relatieve schommelingen in de gebruikte voedingsoplossingen waren dus gering, hoewel de absolute getallen van de beide oplossingen uiteenlagen.

In het algemeen was de ontwikkeling sneller in de VAN DER CRONE oplossingen, hoewel in de NIGHTINGALE oplossingen eveneens volkomen gezonde planten gekweekt konden worden.

De hoeveelheden zouten aan de onderscheiden proefseries toegevoegd zijn steeds uitgedrukt in 0,01 normaal concentratie.

---

[1]) 25 g ferricitraat en 27,5 g Na_2HPO_3 in 100 cm_3 oplossen en enige dagen laten staan. 1 dr. per pot toegevoegd (Duggar 3).

Rekening is er mee gehouden, dat steeds equivalente hoeveelheden vergeleken werden. Zoo is dus 0,01 NaCl norm. een 0,01 moleculaire oplossing van NaCl en 0,01 $CaCl_2$ norm. een 0,005 moleculaire oplossing van $CaCl_2$.

Proefnemingen 1934.

Daar het verschijnsel van roestbruine vlekken in 1933 aan twee stekken in voedingsoplossing, waarin KNO_3 door $Ca(NO_3)_2$ was vervangen en 0,01 NaCl norm. was toegevoegd, was waargenomen, werd nu een uitgebreider aantal proeven opgezet met groter doses chloriden.

De volgende proefserie werd opgezet:

In 5-tallen:

Serie	1	*Van der Crone*, KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$	—
,,	2	Idem . . . . . *substituted by* . . .	+0,01 KCl norm.
,,	3	Idem	+0,02 KCl norm.
,,	4	Idem	+0,01 $CaCl_2$ norm.
,,	5	Idem	+0,02 $CaCl_2$ norm.
,,	6	Idem	+0,01 NaCl norm.
,,	7	Idem	+0,02 NaCl norm.
,,	8	*Van der Crone*	—
,,	9	Idem	+0,02 $CaCl_2$ norm.
,,	10	Idem	+0,02 NaCl norm.
,,	11	*Nightingale*	—
,,	12	Idem	+0,02 $CaCl_2$ norm.
,,	13	Idem	+0,02 NaCl norm.

In veel opzichten was het onderzoek van dit jaar voorbereidend, daar al doende de beginverschijnselen van chloorbeschadiging onderscheiden moesten worden van die van kaliumgebrek. In serie 4–7 is zeer dikwijls een mengbeeld van beide verschijnselen opgetreden. Echter ontstond in serie 7 enige malen een dusdanig scherp beeld van chloorbeschadiging vergeleken met het enkelvoudige beeld, dat ik in latere jaren wist op te wekken, dat de culturen op fig. 1 en foto 1 juist uit deze serie gekozen werden.

Het aanvangsstadium van de chloorbeschadiging aan de bladeren is een roestbruine verkleuring van de toppen, waarvan het weefsel verdort. Deze afzonderlijke vlekken breiden zich langzamerhand tot een aaneengesloten rand uit; echter is deze rand niet evenwijdig met de bladrand, maar snijdt als het ware de toppen af (fig. 1, foto 1). De kleur van de rand is dan roestbruin met naar de zijde van het bladweefsel dikwijls een meer paarsbruine zône. Later (fig. 2, foto 1) krult de dorre rand naar boven toe om. Soms bevindt zich tussen de dorre rand en het gezonde

bladweefsel een chlorotische of gele strook, soms ook grenst de dorre rand direkt aan het gezonde weefsel. Het karakteristieke van de beschadiging is het verloop van het optreden van ziek weefsel: het beginnen aan de bladpunten met tot slot een haast ongebogen grenslijn tussen gezond en dor weefsel.

In alle series van de proefneming, waar Cl was toegevoegd aan de oplossing, waren duidelijk dezelfde verschijnselen waar te nemen. Daar echter door gemis aan ervaring de beginwaarnemingen weinig betrouwbaar waren, kunnen cijfers omtrent het aantal niet opgegeven worden.

Met dit ziektebeeld zooals het in vloeistofculturen is opgewekt is nu te vergelijken het ziektebeeld, dat waar te nemen was in het proefveld onder leiding van Ir VAN DER PLASSCHE aangelegd. 20 Juli nam ik daar op een perceel, dat sinds 1930 met kalizout bemest was de beschadigingen in ogenschouw en ter plaatse werden karakteristieke verschijnselen door tekening vastgelegd. Fig. 3 geeft hiervan een beeld. De roestdorre zône door stippeling aangegeven grenst hier dadelijk aan gezond groen bladweefsel. Duidelijk is te zien, dat de vorm der aangetaste delen geheel overeenkomt met die, welke experimenteel werd opgewekt.

Proefnemingen 1935.

Het volgend jaar werden de proeven herhaald en uitgebreid.

Opgezet werden:

In 6-tallen:

Serie 1	*Van der Crone*	—
,, 2	Idem	+0,02 NaCl norm.
,, 3	Idem	+0,03 NaCl norm.
,, 4	Idem	+0,02 $CaCl_2$ norm.
,, 5	Idem	+0,03 $CaCl_2$ norm.
,, 6	*Van der Crone*, KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$	—
,, 7	Idem	+0,01 KCl norm.
,, 8	Idem	+0,02 KCl norm.
,, 9	Idem	+0,03 KCl norm.

In 5-tallen:

Serie 10	*Nightingale*	—
,, 11	Idem	+0,02 KCl norm.
,, 12	Idem	+0,03 KCl norm.
,, 13	Idem	+0,02 $CaCl_2$ norm.
,, 14	Idem	+0,03 $CaCl_2$ norm.
,, 15	Idem	+0,02 NaCl norm.
,, 16	Idem	+0,03 NaCl norm.

Naar de vorm vertoonde het ziektebeeld door toevoeging van chloride veroorzaakt geheel hetzelfde beeld als in fig. 1 en 2 en

foto 1. Echter er was een onderlinge verscheidenheid waar te nemen, die ik in 1934 niet of weinig had opgemerkt, n.l. in de kleur, die de beschadigde bladdelen aannamen. In plaats van een duidelijke roestkleur nam het blad in de aanvang dikwijls een lichte blauwpaarse verkleuring aan, veroorzaakt door anthocyaan, welke tussen het bladgroen was waar te nemen. Dikwijls werd de kleur dan later sterker paarsbruin en wanneer het stadium van verdorren was ingetreden werd de kleur grauwbruin. (fig. 4 en 5) Bij dit ziektebeeld traden de aanvangsverschijnselen in een langzamer tempo op en was het afstervingsproces van het bladweefsel in het begin wat geleidelijker.

In Tabel 1 is opgenomen op welke datum de eerste verschijnselen van Cl-beschadiging in de verschillend behandelde stekken optraden, terwijl onderscheid is gemaakt tussen een roestkleurig of grauwdor eindstadium. Indien wortels ontijdig zijn weggerot is dit opgenomen.

Wanneer alle aantastingen veroorzaakt — door een bepaald chloride bij elkaar opgeteld worden, vindt men de volgende aantallen voor de beide ziektebeelden:

	Roestbruin:	Grauwbruin:
KCl	39	14
$CaCl_2$	48	3
NaCl	8	30

Het blijkt dus, dat het kation grote invloed oefent op de kleur van de beschadiging. Bij het toevoeging van KCl komen beide typen van beschadiging voor, hoewel het roestbruine beeld overweegt.

In 1935 kreeg ik 3 Augustus materiaal in handen, dat afkomstig was van het Kalizout 40% perceel van het reeds genoemde proefveld. De bladeren vertoonden naar de vorm het beeld van chloorbeschadiging als boven beschreven, terwijl de aangetaste delen echter donkerpaars en nog niet dor waren. (fig. 6). Hier is dus eenzelfde ziektebeeld als ik ook in mijn proefreeksen zag optreden.

Men moet dus voor het onderkennen van het beeld van chloorbeschadiging van dat door kaligebrek opgewekt vooral betekenis hechten aan de vorm van de beschadiging en zich niet slechts door de kleur laten leiden.

Uit Tabel 1 is niet op te maken of een aantasting licht was of hevig. Een beeld hiervan geven foto 2, 3 en 4 waarbij telkens uit een bepaalde serie met Van der Crone-oplossing de minst en hevigst aangetaste cultuur is opgenomen. Het blijkt dan duide-

lijk, dat de aantasting door KCl veroorzaakt veel minder hevig is dan die door $CaCl_2$, terwijl NaCl verreweg het giftigste is. Hoewel het beeld in vorm overal hetzelfde is, speelt het kation een belangrijke rol in de hevigheid van aantasting.

Foto 5, waarop de beste planten uit 3 series met verschillende concentratie KCl zijn opgenomen, laat zien hoezeer ook de concentratie de mate van aantasting bepaalt.

Proefneming 1936.

In 1936 werden een deel van deze proeven hervat met het doel na te gaan of misschien een verschil in opname van het Cl ion het onderscheid in mate van aantasting bij gebruik van KCl, $CaCl_2$ en NaCl zou kunnen verklaren.

De volgende proefreeksen werden opgezet:

In 5-tal:

Serie	1	*Van der Crone*	0,005 KCl norm.
,,	2	Idem	0,01 KCl norm.
,,	3	Idem	0,02 KCl norm.
,,	4	Idem	0,005 $CaCl_2$ norm.
,,	5	Idem	0,01 $CaCl_2$ norm.
,,	6	Idem	0,02 $CaCl_2$ norm.
,,	7	Idem	0,005 NaCl norm.
,,	8	Idem	0,01 NaCl norm.
,,	9	Idem	0,02 NaCl norm.
,,	10	*Van der Crone*, KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$	
,,	11	Idem ,, ,, $NaNO_3$	

Zoals reeds op pag. 34 is beschreven, was het weer in 1936 ongunstig voor de kwekerij.

In Tabel 2 is de frequentie van het eerste optreden op verschillende data opgenomen.

De beide ziektebeelden zijn als volgt verdeeld bij aanwending van de verschillende chloriden:

	Roestbruin:	Grauwbruin:
KCl	1	11
$CaCl_2$	10	7
NaCl	2	21

De grauwbruin gekleurde aantasting bleek dus dit jaar sterk te overheersen. Waarschijnlijk moet dit wel aan een minder gunstige toestand der planten worden toegeschreven, die in het algemeen zwak beworteld waren. Uit Tabel 2 blijkt ook hoe vele vroeg wegrotten.

Op 4 Juni toen nog geen chloorbeschadigingen waren waar te

nemen werd vóór het verversen van de oplossingen de hoeveelheid chloor bepaald, die in de oplossingen was achter gebleven. Hiertoe werden de potten aangevuld en de inhoud van de potten van een serie bij elkaar gevoegd. In 25 ccm werd volgens de methode van MOHR het gehalte aan Cl bepaald. Hieruit was de hoeveelheid opgenomen Cl te berekenen.

Tabel 3 geeft de resultaten van deze bepalingen. In het algemeen blijkt de hoeveelheid opgenomen Cl weinig uiteenlopend, wanneer de chloriden van eenzelfde concentratie vergeleken worden. In de hoogste concentratie is de hoeveelheid uit KCl zelfs het grootst en uit NaCl het kleinst.

De invloed, die het kation uitoefent op de mate der beschadiging kan dus *niet* verklaard worden uit een invloed op de opname van het chloor.

De invloed van de concentratie van het chloride op de mate van aantasting is uit de mate van opname van het chloor ion te verklaren.

Foto 7 vertoont een verschijnsel, dat ik telkens weer heb kunnen waarnemen. Terwijl toevoeging van chloriden na verloop van tijd een specifiek beschadigingsbeeld geeft, gaat daar volstrekt niet mee samen, dat bij matige concentraties de ontwikkeling der bessestekken er door belemmerd wordt. Integendeel, in de series, waaraan 0,01 en dikwijls ook 0,02 norm. Cl ion als KCl of $CaCl_2$ was toegevoegd, waren beter ontwikkelde planten dan in de van der Crone series zonder Cl. Weliswaar vertoonden deze laatste geen beschadigingen, maar de algemene ontwikkeling was geringer.

Kleine hoeveelheden Cl beïnvloeden de ontwikkeling dus gunstig. De series echter met NaCl waren ook in lage concentraties nooit beter ontwikkeld dan bij weglating van Cl. De schadelijke werking van Na overtreft dus hier de gunstige van Cl.

KALIUMGEBREKVERSCHIJNSELEN

In 1933 (9) was het mij gelukt in voedingsoplossing bij weglating van kalium het beeld der „Randjesziekte" op te wekken, zooals het door REMY (16), HUS (6) en anderen beschreven wordt en zooals het zich ook in de proeftuin van het Laboratorium voor Tuinbouwplantenteelt in Wageningen voordeed. De verkleuring liep hier geheel evenwijdig met de bladrand, zoodat de naam „Randjesziekte" zeer op zijn plaats was.

In volgende jaren heb ik met stekken uit de Proeftuin in de Wilhelminapolder gewerkt. De verschijnselen van kaliumgebrek zijn hier steeds veel later opgetreden; waarschijnlijk hadden deze

stekken een hoger aanvangsgehalte aan kalium.

In 1934 kon ik een enigszins ander beeld waarnemen dan hetgeen in 1933 was beschreven. De eerste symptomen, die op 24 Juni waargenomen werden, waren scherpbegrensde donkerpaarse vlekken, aan de rand en ook wel verspreid over de bladschijf. Deze vlekken breiden zich wel over kleinere bladnerven uit, maar werden door de grotere begrensd. (Fig. 7.) In een later stadium was het blad omgeven door een donkerpaarse rand, terwijl deze rand diep en onregelmatig naar de bladvoet toe insprong. Het blad was bij deze hevige aantasting naar boven toe omgekruld. Fig. 7 en Foto 7 vertonen dit beeld.

In 1935 kreeg ik bij 10 van 15 stekken uit serie 6 (pag. 37) weer het gewone beeld der ,,Randjesziekte". 19 Juli werd ik echter door den Heer H. G. Koefoed er op attent gemaakt, dat in de Proeftuin van het Lab. voor Tuinbouwplantenteelt bladbeschadigingen aan de soort Hoornsche Geelsteel voorkwamen, die niet aan de beschrijving van ,,Randjesziekte" beantwoorden. Deze bladeren vertoonden wijnrode verkleuringen met een donkerder meer violette rand omgrensd, die vanaf de rand in de vorm van een cirkelsector tot aan de bladvoet insprongen. (Fig. 8.) Bij nader onderzoek bleken deze struiken ook wel bladeren te dragen met normale verschijnselen van ,,randjesziekte" en daarnaast overgangen tot het bovenbeschreven beeld.

In 1936 had ik twee proefseries zonder kalium (serie 10 en 11) opgezet om na te gaan of bij aanwezigheid van $NaNO_3$ de gebrekverschijnselen zich op hetzelfde tijdstip zouden voordoen als bij aanwezigheid van $Ca(NO_3)_2$. Door grote onregelmatigheid in de ontwikkeling (zie pag. 34) beantwoordde deze proef niet aan het gestelde doel. Wèl vertoonde zich echter een beschadigingsbeeld, dat sterk geleek op het hierboven beschrevene. Op 20 Juli waren op verschillende stekken — 4 in de $NaNO_3$, 2 in de $Ca(NO_3)_2$ serie — verspreide bladvlekken waar te nemen van wijnrode kleur door donkerder partijen omgeven. Soms strekte zich de vlek van de rand tot aan de bladvoet uit. (Fig. 9 en Foto 8.)

Deze vlekken deden zeer sterk denken aan de symptomen, welke in 1935 in de volle grond te zien waren geweest en waren ook verwant met het ziektebeeld, dat in 1934 in de culturen was opgetreden.

Kaliumgebrek uit zich dus niet slechts in een zuiver ,,randjesziek" maar de bladbeschadiging kan ook een andere vorm aannemen.

BORIUMGEBREKVERSCHIJNSELEN

In verband met een ander onderzoek werden enkele proeven genomen waarbij bessestekken (Hoornsche Geelsteel) opgezet werden in van der Crone oplossing met 0,01 KCl norm. in gedistilleerd water. In de helft der potten werd het borium weggelaten. Op 14 Juni waren in deze borium vrije culturen de volgende verschijnselen waar te nemen: De jonge bladeren van een spruit vertonen de sterkste aantasting. Het jongste blad is nog onuitgegroeid verdord met zwart steeltje; het daaraan voorafgaand in ontwikkeling is uitgegroeid maar geheel lichtbruin dor. Drie oudere bladeren hebben een zeer brede verdorde willekeurig omgebogen rand, die met een gele zône overgaat naar het smalle nog lichtgroene weefsel om de bladvoet. Een nog ouder blad vertoont kleine roestvlekken aan de rand als bij chloorbeschadiging. De oudste bladeren aan de voet van de spruit zijn groen. Het karakteristieke van het beeld is, dat hier de jongste bladeren het sterkst zijn aangetast in tegenstelling met de verschijnselen door kaliumgebrek veroorzaakt. Dit verschijnsel doet zich voor bij boriumgebrek in allerlei gewassen en zal wel voortkomen uit een geringe bewegelijkheid van borium, waardoor het niet uit oudere delen naar het vegetatiepunt vervoerd wordt.

Boriumgebrek verschijnselen bij aalbessen in de volle grond zijn voor zoover mij bekend nooit waargenomen.

BLADBESCHADIGING BIJ AANWEZIGHEID VAN SULFAAT EN NITRAAT IONEN

In 1935 waren ter beantwoording van de vraag of de kationen in de concentraties, waarin zij in de toegevoegde chloriden aanwezig waren een rol zouden spelen bij het veroorzaken van het ziektebeeld de volgende proefseries opgezet:

In 6-tal:

Serie 1	*Van der Crone*	+0,02 Na_2SO_4 norm.
,, 2	Idem	+0,03 Na_2SO_4 norm.
,, 3	*Van der Crone* KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$	+0,02 K_2SO_4 norm.
,, 4	*Van der Crone* KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$	+0,03 K_2SO_4 norm.
,, 5	*Nightingale*	+0,03 Na_2SO_4 norm.

De ontwikkeling in alle series was goed. Echter trad in alle series de volgende karakteristieke bladbeschadiging op:

Aan de bladpunten of soms langs de gehele bladrand ontstaat een roodpaarse verkleuring. Na enige tijd wordt deze aan de

buitenzijde roodbruin en krult naar boven. Aan de zijde naar de bladbasis toegekeerd treden dan zeer duidelijke, 1 mm brede roodpaarse zônes op, gescheiden door even smalle zônes, waarin het bladgroen nog te zien is. Deze zônestrook kan 1 tot 2 cm breed worden. Er is een scherpe grens tussen gezond en ziek weefsel; soms is hier een chlorotische rand van 1 tot 2 mm, soms grenzen de smalle zônes direkt aan het nog gezonde, groene weefsel (fig. 10, Foto 9). De aantasting breidt zich langzaam naar binnen toe uit. Tot slot worden dergelijke aangetaste bladeren geheel dor. Het ziektebeeld, dat op een schimmelaantasting gelijkt, zal zijn aspect wel te danken hebben aan een langzaam verlopend proces, waarbij het weefsel lange tijd in een necrobiotische toestand verkeert.

In Tabel 4 is de frequentie van het verschijnsel opgenomen. In de 0,03 sulfaat norm. series treedt het verschijnsel in de Van der Crone oplossing gelijktijdig op, in de Nightingale oplossing later, wat overeenkomt met een algemene langzamere ontwikkeling in die voedingsoplossing. De totale frequentie is in Na_2SO_4 hoger en hier is ook de aantasting veel heviger. Terwijl op 23 Augustus de 0,03 K_2SO_4 serie in het algemeen nog een gezond aanzien had, was in Serie 2 reeds zeer veel dor blad afgevallen. Hier dus weer een giftige werking van het natrium, welke de aantasting heviger maakt; een invloed op het beeld echter der aantasting oefent het natrium niet uit.

Het natrium nòch het kalium ion blijken in staat het specifieke beeld, dat bij aanwending van chloriden verkregen wordt, op te wekken.

De waarnemingen omtrent de zônevlekken schenen op een specifieke werking van het sulfaat ion te wijzen.

In 1936 trachtte ik na te gaan of dit waar was en zette een proefserie op waarbij sulfaten in hun uitwerking met nitraten vergeleken werden. De oplossingen waren equivalent volgens hun kation, zodat de nitraat ionen in de dubbele concentratie van die van sulfaat ionen aanwezig waren.

Opgezet werd de volgende proefserie:

In 4-tal:

Serie 1	*Van der Crone*	+0,02 K_2SO_4	Norm. pl.
„ 2	Idem	+0,03 K_2SO_4	„
„ 3	Idem	+0,02 Na_2SO_4	„
„ 4	Idem	+0,03 Na_2SO_4	„
„ 5	Idem	+0,02 KNO_3	„
„ 6	Idem	+0,03 KNO_3	„
„ 7	Idem	+0,02 $NaNO_3$	„
„ 8	Idem	+0,03 $NaNO_3$	„

In Tabel 5 is opgenomen op welke datum een vlek als „zônevlek" te onderkennen was. Het abnormaal veel voorkomen van een wegrotten der wortels moet aan de ongunstige weersomstandigheden worden toegeschreven, waaronder in 1936 gewerkt is. Het kleine aantal dat overbleef en dat daarbij nog weinig regelmatig in ontwikkeling was, maakt de uitslag van deze proefneming weinig overtuigend. Toch kon het karakteristieke verschijnsel enige malen zeer duidelijk ook in de nitraatseries worden waargenomen.

Het is dus niet gewettigd het verschijnsel aan een specifieke sulfaatbeschadiging toe te schrijven.

De werkelijke oorzaak is echter *niet* aangetoond.

De Heer Balk, Inspecteur van de Kalimaatschappij, aan wien ik de culturen met dit verschijnsel vertoonde, had het nooit op de kaliproefvelden bij bessen waargenomen.

DISCUSSIE

Een bladbeschadiging door kaliumchloride veroorzaakt kan verschillend zijn in verloop en in kleur. Ook kaliumgebrek wordt niet steeds door gelijke symptomen gevolgd: naast een beschadiging van de bladrand kunnen ook vlekken of aangetaste bladsectoren voorkomen. Eenzelfde fout in de minerale voeding kan dus verschillende ziekteverschijnselen tot gevolg hebben.

Kunnen wij nu een nader inzicht krijgen in de direkte oorzaak binnen de plant van de optredende verschijnselen?

Uit proefnemingen van vele onderzoekers is gebleken, dat bij het toenemen van het kaliumgehalte in de droge stof het watergehalte bij velerlei planten stijgt. Voor aalbessen is dit door Dhein en Remy (3) nagegaan; bij stijging van het kaliumgehalte kon hier een verhoging van het watergehalte tussen 12 en 20% worden waargenomen. Wallace (20) vindt bij kruisbessen met kaligebrekverschijnselen een hoog gehalte aan droge stof. Warne (21) heeft het kaliumgehalte, op droge stof berekend, bepaald in basis en rand (of top) bij bladeren van verschillende plantensoorten; hij vindt een steiler verval van basis naar top wanneer symptomen van kaligebrek aanwezig zijn dan in gezonde bladeren. Hij wijst op de verlaging van de osmotische druk, hierdoor en ook door het lage gehalte aan assimilaten in kaliarme cellen ontstaan. Hoewel hij uitdrukkelijk wijst op het onderscheid tussen verleppen en kaligebrek-verschijnselen, meent hij toch, dat deze laatste door een verzwakking van de osmotische zuigkracht veroorzaakt worden. Evenals Mann (11) en Summer

(19) ziet hij ook als oorzaak van het verschijnsel een physiologische droogte.

In een zeer recent onderzoek wijst KALCHHOFER (8) er op, dat verschijnselen binnen in de cellen van „gebrek" planten nooit bestudeerd waren, waardoor elke hieraan toegeschreven verklaring der verschijnselen hypothetisch wordt. Zij kweekt verschillende plantensoorten in oplossingen, waarin een element ontbreekt. Bij afwezigheid van kalium vindt zij geen onderscheid in de osmotische druk bij vergelijking met planten in complete oplossing gekweekt. Bij het aannemen van een verlaging van de osmotische druk als werkzame factor bij het veroorzaken der kaligebrek symptomen zal een dergelijke verlaging eerst aangetoond moeten worden.

Daar de verschijnselen door kaligebrek opgewekt tevens onderling verschillend zijn, lijkt het mij voorbarig een eenvoudige verklaring aan te nemen.

De invloed van chloriden is veel minder vaak beschreven dan de verschijnselen van kaliumgebrek. Voor een overzicht wordt verwezen naar het litteratuuroverzicht door DE JAGER (5) in 1933 samengesteld.

Chloor is zeker niet een voedingsstof, die onmisbaar is voor de plantenontwikkeling, wanneer de werking van sporen hier buiten beschouwing gelaten wordt. Toch wordt het chloor gemakkelijk door planten opgenomen en is er veelal een correlatie tussen gift en gehalte waargenomen. MAIWALD (10), REED en HAAS (19), GARNER en MCMURTREY (4).

Herhaaldelijk is waargenomen, dat een hoger gehalte van Cl in de droge stof samengaat met een hoger watergehalte van het loof, zoo door JAMES (7) bij aardappel, GARNER en MCMURTREY (4) bij tabak, DE JAGER (5) bij koolzaad. Een stimulatie van de loofontwikkeling is o.a. waargenomen door GARNER en MCMURTREY, door DHEIN en REMY (3) bij biet, REED en HAAS bij citroen. JAMES trekt een verband tussen het grotere watergehalte en deze vergroting van het bladoppervlak en GARNER en MCMURTREY zien ook hierin de oorzaak van groeistimulatie.

In mijn proeven heb ik ook telkens weer de gunstige invloed van de aanwezigheid van Cl kunnen waarnemen, wanneer dit als KCl of $CaCl_2$ was toegediend. Dergelijke culturen waren dan bladrijker en in het algemeen beter ontwikkeld dan de zonder Cl gekweekte. Vergroting der bladeren heb ik echter niet waargenomen.

Slechts weinig beschrijvingen zijn te vinden van karakteristieke Cl-beschadigingen, wanneer de eis scherp gehandhaafd

blijft, dat deze niet door het bijbehorend kation konden zijn veroorzaakt. De meeste waarnemingen omtrent chloorwerking zijn aan veld- of potproeven gedaan en waarnemingen, waarbij de hoeveelheid Cl in de voedingsoplossing bekend is, zijn schaars.

Reed en Haas kregen bij citroen in een voedingsoplossing, waaraan 0,011 NaCl norm. was toegevoegd een geringe beschadiging aan de bladeren, nl. omgebogen stand en afsterven van bladweefsel aan de randen. Equivalente hoeveelheden $CaCl_2$ waren minder giftig. Bij walnoot veroorzaakte 0,044 $CaCl_2$ norm. een „burning" van de bladtoppen.

Garner en Mc Murtrey kweekten tabak in potten met grond, waaraan respectievelijk NaCl, $CaCl_2$, KCl, NH_4Cl en HCl was toegevoegd. De bladeren waren bij toediening van Cl zeer verdikt en de oppervlakte was glibberig. In extreme gevallen waren de bladranden op karakteristieke wijze naar boven gekromd. Het meest kenmerkend was de dikte en brosheid der bladeren.

In een onderzoek met vloeistofculturen, dat zich over verschillende plantensoorten uitstrekt, krijgt De Jager slechts bij koolzaad verschijnselen, die zonder twijfel aan Cl beschadigingen moeten worden toegeschreven. Hier geeft 0,15 NaCl norm. een gebobbeld blad; KCl geeft de beschadiging in sterkere mate, $CaCl_2$ in mindere.

Bij aalbessen kon ik de zeer karakteristieke verschijnselen van Cl beschadiging door de drie gebruikte chloriden opwekken in beide voedingsoplossingen. De laagste concentratie, welke gebruikt werd en waarbij dan toch nog de Cl beschadiging was waar te nemen was een 0,005 normaal oplossing bij Van der Crone. Wel was de hevigheid van aantasting bij $KCl < CaCl_2 <$ NaCl, maar eenzelfde ziektebeeld was steeds te herkennen. Na en K als sulfaat of nitraat toegediend geven dit beeld niet. De conclusie mag dus getrokken worden, dat hier de beschadiging door de giftigheid van het chloor ion wordt veroorzaakt.

Wanneer men de waarnemingen bij andere onderzoekers omtrent de drempelwaarde van giftigheid van het chloor, alle op normaal oplossing omgerekend — d.i. citroen 0,011, walnoot 0,044, koolzaad 0,12 — vergelijkt met de laagste waarde bij aalbes 0,005, waar dan nog niet de drempelwaarde is gezocht, valt de grote gevoeligheid van aalbes op. Denkbaar is, dat een relatief grotere opname van Cl hiervan de oorzaak is. Gehalten van Cl in de plant zijn echter niet bepaald. Wèl is door de bepaling van de hoeveelheid Cl uit de voedingsoplossingen gebleken, dat deze gelijk was voor de gebruikte chloriden. De invloed, die de kationen uitoefenen op de mate der beschadiging berust dus *niet* op een invloed op de mate van opname van het chloor.

Wanneer men nagaat, wat bekend is omtrent de werking van Cl in de plant, dan vindt men slechts een verhoging van het watergehalte. De specifieke beschadiging door Cl veroorzaakt is echter een verdorring der bladranden.

Het feit, dat een verdroging der bladranden zoowel door kaligebrek, dat de succulentie verlaagt als door chloorovermaat, dat de succulentie verhoogt, wordt veroorzaakt, wijst er op, dat de werkende oorzaak wel niet in physiologische droogte zal zijn te vinden.

Ten slotte nog de verschijnselen, die na toevoeging van sulfaten en nitraten optraden.

Reed en Haas beschrijven beschadigingen na het toedienen van deze beide ionen. Bij walnoot ontstonden in een voedingsoplossing, waaraan 0,028 Na_2SO_4 norm. was toegevoegd dode bladranden. In een voedingsoplossing van gelijke concentratie, waaraan echter alle opgeloste zouten in gelijke verhoogde concentratie aanwezig waren, trad geen beschadiging op. Het gehalte der planten aan Ca en Mg in de Na_2SO_4 culturen was lager dan in de voedingsoplossing, waarvan alle componenten in concentratie verhoogd waren. Hetzelfde verschijnsel van afstervende bladranden trad op bij toevoeging van 0,032 $NaNO_3$ norm. en hier ook was het Ca en Mg gehalte verlaagd. De schrijvers wijzen op de mogelijkheid, dat de beschadiging hier aan een secundair optredend Ca of Mg gebrek zou zijn toe te schrijven.

De Jager zag na toevoeging van 0,17 $NaNO_3$ norm. en hiermee equivalent Na_2SO_4 bij koolzaad droogvlekken optreden in de blad lamina met gele randzônes. De beschadiging door het sulfaat was veel sterker dan die door het nitraat, hoewel het nitraat ion in dubbele hoeveelheid aanwezig was.

Zelf zag ik de karakteristieke zônevlekken optreden na toevoeging respectievelijk van een 0,02 norm. oplossing van Na_2SO_4, K_2SO_4 en KNO_3. Het sulfaat ion was in de halve concentratie van het nitraat aanwezig. In 1935 was bij toevoeging van het K_2SO_4 het KNO_3 van de Van der Crone oplossing vervangen door $Ca(NO_3)_2$, zoodat hier veel Ca in oplossing was. Toch trad hier het beschadigingsverschijnsel op. Een Ca gebrek door overmatige opname van Na of K lijkt dus niet waarschijnlijk.

De mogelijkheid bestaat, dat hier een beschadiging door concentratie optreedt, welke bij gebruik van chloride in eenzelfde concentratie door de specifieke giftigheid van het chloride niet tot uiting komt. Aangetoond echter is de werkelijke oorzaak niet.

SAMENVATTING

De invloed van de minerale voeding werd bij aalbessen in vloeistofculturen nagegaan. Voedingsoplossingen van verschillende samenstelling gaven gelijke resultaten.

Het chloor ion veroorzaakt een karakteristieke beschadiging aan de bladeren.

De vorm van de beschadiging is constant; de kleur is òf roestbruin òf via violet naar grauwbruin.

$CaCl_2$ geeft haast uitsluitend de roestbruine verkleuring, bij KCl overweegt de roestbruine, terwijl bij NaCl de grauwbruine kleur veel meer voorkomt.

Bij aalbessen in de volle grond werden dezelfde beschadigingen als de experimenteel opgewekte waargenomen.

De schadelijkheid van KCl is geringer dan die van $CaCl_2$, terwijl NaCl het meest schadelijk is.

De invloed, die het kation uitoefent op de mate der beschadiging kan niet verklaard worden uit een invloed op de opname van het chloor ion.

In matige concentratie oefenen KCl en $CaCl_2$ een gunstige invloed uit op de ontwikkeling der aalbesstekken.

Kaliumgebrek verschijnselen, waarbij de beschadiging in de vorm van vlekken en niet van randen optreedt, werden experimenteel opgewekt; ook in de volle grond werden deze verschijnselen waargenomen.

Boriumgebrek veroorzaakt een verdorren van de jongste bladeren. Het verschijnsel is niet bekend in de volle grond.

Na toevoeging van 0,02 normaal oplossing Na_2SO_4, K_2SO_4 of KNO_3 ontstaat een karakteristieke bladbeschadiging, waarbij in het aangetaste deel smalle verkleurde zônes optreden.

De werkelijke oorzaak hiervan is niet aangetoond.

In de volle grond is het verschijnsel niet waargenomen.

Het is niet waarschijnlijk, dat de kaliumgebrek verschijnselen door een physiologische droogte veroorzaakt worden.

In vergelijking met andere planten zijn aalbessen zeer gevoelig voor beschadiging door het chloor ion.

December 1936.

Tabel 1.

FREQUENTIE VAN HET EERSTE OPTREDEN VAN Cl-BESCHADIGING GERANGSCHIKT NAAR HET ZIEKTEBEELD AAN HET SLOT. 1935

Frequency of the occurrences of the initial symptoms of Cl injury arranged according to the final symptoms. 1935

Datum (Date)	12/6	22/6	1/7	19/7	7/8	23/8	Totaal
Symptomen (Symptoms)	*Van der Crone*, 18 stekken (cuttings)						
	0,01 KCl norm.						
Roestbruin (Rusty)	–	–	1	–	2	7	10
Totaal (Total)	–	–	1	–	2	7	10
Wortels † (roots)	1	–	–	–	–	–	
	0,02 KCl norm.						
Roestbruin	–	–	2	4	–	3	9
Grauwbruin (Greyish)	–	–	–	3	1	3	7
Totaal	–	–	2	7	1	6	16
Wortels †	1	–	–	–	–	–	
	0,03 KCl norm.						
Roestbruin	–	1	–	1	5	–	7
Grauwbruin	–	–	–	1	2	–	3
Totaal	–	1	–	2	7	–	10
Wortels †	3	1	1	–	–	–	
	0,02 $CaCl_2$ norm.						
Roestbruin	–	2	5	6	3	–	16
Grauwbruin	–	–	–	1	1	–	2
Totaal	–	2	5	7	4	–	18
	0,03 $CaCl_2$ norm.						
Roestbruin	2	–	9	3	1	–	15
Totaal	2	–	9	3	1	–	15
Wortels †	2	–	–	–	–	–	
	0,02 NaCl norm.						
Roestbruin	–	–	2	1	1	–	4
Grauwbruin	–	–	2	1	3	–	6
Totaal	–	–	4	2	4	–	10
Wortels †	4	–	1	1	–	–	
	0,03 NaCl norm.						
Roestbruin	4	3	1	1	1	–	10
Totaal	4	3	1	1	1	–	10
Wortels †	3	4	1	–	–	–	

Vervolg tabel 1.

Datum (Date) . . .	12/6	22/6	1/7	19/7	7/8	23/8	Totaal
Nightingale, 15 stekken							
0,02 KCl norm.							
Roestbruin	1	–	–	1	1	3	6
Grauwbruin	–	–	–	–	–	4	4
Totaal	1	–	–	1	1	7	10
0,03 KCl norm.							
Roestbruin	–	–	1	5	–	1	7
Grauwbruin	–	–	–	–	2	1	3
Totaal	–	–	1	5	2	2	10
Wortels †	–	–	–	1	–	–	
0,02 $CaCl_2$ norm.							
Roestbruin	–	–	–	9	1	–	10
Totaal	–	–	–	9	1	–	10
Wortels †	3	–	–	–	–	–	
0,03 $CaCl_2$ norm.							
Roestbruin	–	1	2	1	3	–	7
Grauwbruin	–	–	1	–	–	–	1
Totaal	–	1	3	1	3	–	8
Wortels †	4	–	–	–	–	–	
0,02 NaCl norm.							
Roestbruin	–	–	1	–	–	–	1
Grauwbruin	–	–	1	7	–	–	8
Totaal	–	–	2	7	–	–	9
Wortels †	3	–	1	7	–	–	
0,03 NaCl norm.							
Roestbruin	–	–	1	1	1	1	3
Grauwbruin	–	1	4	1	–	–	6
Totaal	–	1	5	2	1	–	9
Wortels †	–	–	3	–	–	–	

Tabel 2.

FREQUENTIE VAN HET EERSTE OPTREDEN VAN Cl-BESCHADIGING GERANGSCHIKT NAAR HET ZIEKTEBEELD AAN HET SLOT. 1936

Frequency of the occurrences of the initial symptoms of Cl injury arranged according to the final symptoms. 1936

Datum (Date)	24/6	13/7	20/7	Totaal
Symptomen (Symptoms)	*Van der Crone*, 15 stekken (cuttings)			
0,005 KCl norm.				
Grauwbruin (Greyish)	1	3	–	4
Totaal (Total)	1	3	–	4
Wortels † (Roots)	2	–	–	
0,01 KCl norm.				
Grauwbruin	–	1	4	5
Totaal	–	1	4	5
Wortels †	1	1	–	
0,02 KCl norm.				
Roestbruin	–	1	–	1
Grauwbruin	1	1	–	2
Totaal	1	2	–	3
Wortels †	10	2	–	
0,005 $CaCl_2$ norm.				
Grauwbruin	1	2	–	3
Totaal	1	2	–	3
Wortels †	1	1	–	
0,01 $CaCl_2$ norm.				
Roestbruin	3	1	2	6
Grauwbruin	1	–	–	1
Totaal	4	1	2	7
Wortels †	–	1	–	
0,02 $CaCl_2$ norm.				
Roestbruin	3	1	–	4
Grauwbruin	2	1	–	3
Totaal	5	2	–	7
Wortels †	2	–	–	
0,005 NaCl norm.				
Roestbruin	–	4	2	6
Totaal	–	4	2	6
Wortels †	1	–	–	

Vervolg tabel 2.

Datum (Data)	24/6	83/7	20/7	Totaal
Symptomen (Symptoms)	*Van der Crone*, 15 stekken (cuttings)			
0,01 NaCl norm.				
Roestbruin	1	–	–	1
Grauwbruin	4	4	–	8
Totaal	5	4	–	9
Wortels †	2	1	–	
0,02 NaCl norm.				
Roestbruin	–	1	–	1
Grauwbruin	2	3	2	7
Totaal	2	4	2	8
Wortels †	4	–	–	

Tabel 3.

HOEVEELHEID CHLOOR IN MG PER POT OPGENOMEN VAN 14 MEI—3 JUNI

Amount of mg of Chlorine taken up pro culture vessel from May 14-June 3

Chloride	KCl	$CaCl_2$	NaCl
Concentratie:			
0,005 norm.	21,24	21,24	21,24
0,01 ,,	47,58	35,26	51,4
0,02 ,,	98,98	97,28	93,88

Tabel 4.

FREQUENTIE VAN EERSTE OPTREDEN VAN ZÔNEVLEKKEN 1935

Frequency of the initial occurence of zones. 1935

Datum (Date)	17/6	1/7	19/7	7/8	23/8	9/9	Tot-
Symptomen (Symptoms)	*Van der Crone*, 18 stekken (cuttings)						
0,02 $NaSO_4$							
Zônes	–	–	–	–	5		5
0,03 $NaSO_4$							
Zônes	–	2	4	6	2		14
Wortels † (Roots)	–	2	–	–	–		
0,03 K_2SO_4							
Zônes	–	3	3	–	1		7
Wortels † (Roots)	1	–	1	–	–		
Nightingale, 15 stekken (cuttings):							
0,03 Na_2SO_4							
Zônes	–	–	–	1	2	2	5

Tabel 5.

FREQUENTIE VAN EERSTE OPTREDEN VAN ZÔNEVLEKKEN
1936

Frequency of the initial occurrence of Zones. 1935					
Datum (Date)	16/6	24/6	13/7	20/7	Totaal
Symptomen (Symptoms)	*Van der Crone*, 12 stekken (cuttings)				
0,02 K_2SO_4					
Zones	–	–	1	1	2
Wortels †	1	2	1	–	
0,03 K_2SO_4					
Zones	–	–	3	1	4
Wortels †	–	1	2	–	
0,02 Na_2SO_4					
Wortels †	1	1	–	–	
0,03 $NaSO_4$					
Zones	–	–	3	–	3
Wortels †	–	2	–	–	
0,02 KNO_3					
Zones	–	1	2	1	4
Wortels †	–	2	1	–	
0,03 KNO_3					
Zones	1	–	1	1	3
Wortels †	–	3	–	–	
0,02 $NaNO_3$					
Wortels †	–	7			
0,03 $NaNO_3$					
Zones	–	–	–	1	1
Wortels †	–	6	–	1	

Ik dank Prof. Ir. J. Hudig voor de gelegenheid mij geboden in zijn particulier Laboratorium dit onderzoek uit te werken.

INJURY TO RED CURRANTS RESULTING FROM MALNUTRITION

TOXICITY OF CHLORINE

STOFFERT (18) concluded from field experiments that a dressing of potash salt is injurious to the leaves of Red Currants. REMY and WEISKE (16) substantiated this finding by experiments with soil in pots. The present author (9, 1933) induced the symptoms of potassium deficiency when using water cultures from which potassium had been omitted. When 0,01 norm. NaCl was added, injury that might be due to the NaCl could be observed in a few of the leaves.

In further experiments during three successive years an attempt was made to elucidate this question. The variety „Duitsche Zure" was employed in the test. Glass jam jars, holding 300 c.cm, were used as culture vessels, and three cuttings were suspended in each in holes through the paraffined metal lids. The water lost by transpiration was replaced with tap water daily, and the solutions were renewed according to the rate of growth (every two or three weeks). The nutrient solution of van der Crone, as modified by BRYAN (1), was chiefly used. In order to compare results, some experiments were also carried out with the solution used by NIGHTINGALE, ADDOMS, ROBBINS, and SCHERMERHORN (12). Traces of certain elements, according to the formula of SOMMER and SOROKIN (17), were invariably added. Plants developed satisfactorily in both sets of solutions, although the rate of growth was somewhat slower in the NIGHTINGALE solution. The amounts of salts added are expressed in 0,01 norm. solution; e.g. 0,01 $CaCl_2$ norm. is 0,005 mol. solution.

1934. A series of experiments in each of which 5 jars were used was set up (see p. 36). In series nos 4–7 symptoms of potassium deficiency occurred frequently along with injury due to the presence of a chloride. Some instances, however, of the occurrence of affected regions in the leaves, solely due to the action of the chloride were observed (Phot. 1, Fig. I).

Initially the leaves appear quite healthy. The primary symptom is a drying of the leaf tips, which take on a rusty brown colour. Later, the individual lesions increase in width, and form a band around the leaf margin. The inner edge of this band, however, is not parallel with the margin of the leaf, but has a more rounded outline; at the top it does not follow the sharp edge. (fig. 1, 2). The affected tissue is rusty brown, with a somewhat darker, purplish, region bordering the healthy part of the leaf. In the final stage the leaf margins become quite shrivelled, and they curl up over the upper surface. Sometimes a chlorotic band separates the healthy from the affected region.

This type of injury occurred in all of the series in which chlorine had been added. It agreed closely with the symptoms observed in an experimental plot that had been dressed with potash manure salt 40% [1]) for four successive seasons (fig. 3).

1935. For the experiments carried out see p. 37. As to the type of injury caused by chlorides this agreed with that observed in 1934. Among the

[1]) Potash manure Salt 40% containo in % K_2SO_4 0–9, KCl 60,1–66.4, Mg SO_4 0–10, Mg Cl 0–6, NaCl 16–33, Ca So_4 0,2–6, insoluble in water 0,2–6, H_2O 0,2–6.

cultures treated with chloride, however, there were many in which a type of colouration, different from the one described above, occurred.

In such instances the affected region of the leaves took on initially a violet shade of anthocyan, without any drying out. Later, the affected part turned a darker brownish purple, and finally the damaged tissue dried out and turned a light greyish brown. Initially, this type of injury had a slower rate of development. In Tab. 1 the frequency of occurrence of the initial symptoms of injury on suceeding dates, separated as to the final colour type, is recorded. Premature rotting of the root system is inserted as well. The frequency of either colour type varies according to the cation added. $CaCl_2$ induces chiefly the rusty brown colour; NaCl mostly the greyish brown, while KCl induces the greyish brown 14 × and the rusty brown type 39 ×.

In close agreement with these observations leaf injury was observed in the field plot dressed with potash manure salt 40%; where the affected regions were of a dark violet colour, and they were still turgid on the 3rd of August (Fig. 6).

In order to distinguish the symptoms of chlorine injury from those of potassium deficiency more stress must be laid on the form of the injury than on its colouration.

When Phot. 2, 3 and 4 (in which the best and poorest cultures in one series were taken) are compared with one another, it is clearly seen that the toxicity of $KCl < CaCl_2 < NaCl$.

Phot. 5 shows that the degree of concentration of the chloride influences the degree of injury.

1936. For the experimental series see p. 39. The weather was very unfavourable. Tab. 2 shows that the frequency of the occurrence of the greyish brown type of injury was much higher than in 1935. This may possibly be due to the slower rate of development of the plants.

The content of chlorine left in the nutrient solutions before renewal was estimated on June 4th. The contents of all the jars of one series were mixed together and the chlorine estimated by Mohr's method, in 25 c.cm; from this the amount taken up by the plants could be calculated. Table 3 shows that the cation does not interfere with the amount of chlorine taken up by the cuttings. Hence the differences in toxicity of KCl, $CaCl_2$ and NaCl cannot be caused by differences in intake of chlorine. The influence of the concentration of the chloride on the degree of injury, however, is caused by a difference in intake of Cl ions.

Phot. 7 shows that the presence of 0,01 norm. KCl and $CaCl_2$ favours the development of Red Currants. This favourable action of moderate amounts of the Cl ions was observed regularly. With NaCl, the injurious action of sodium diminishes the favourable action of the chlorine ion.

POTASSIUM DEFICIENCY SYMPTOMS

In 1934 potassium deficiency symptoms were observed in Ser. 1 (p. 36). In addition to a dark violet marginal band, affected regions tended to occur towards the centre, and sharply defined spots of the same colour occurred scattered in the lamina (fig. 7 phot. 8). In 1936, in the cultures deficient in potassium (Ser. 10 and 11 p. 39), purple spots with a darker purple band occurred in the lamina, developing independently of the margins (Phot. 9 Fig. 9). Exactly similar symptoms were observed in the open on the variety „Hoornsche Geelsteel" on bushes that showed on part of the leaves a more regular type of marginal scorch. The colour of the

abnormal portions was wine red (Fig. 8).

In recognising potassium deficiency symptoms in Red Currants it is necessary to pay attention not only to marginal leaf injury, but to more irregular leaf spots as well.

BORON DEFICIENCY SYMPTOMS

When traces of boron were left out of van der Crone's solution in distilled water, a characteristic type of injury was observed. The youngest leaflet was brown and shrivelled and had a black petiole. The neighbouring leaves were edged with a wide, dry, light brown band, and only a narrow zone in the centre of the leaf was green. One of the basal leaves of the shoot had rusty brown marginal spots like those occurring in the initial phase of chloride injury; the other basal leaves were healthy.

Like the symptoms of injury due to boron deficiency in many plants, the meristematic part is most affected.

Injury due to boron deficiency in the open was never observed.

INJURIES OCCURRING IN THE PRESENCE OF SULPHATE AND NITRATE

With a view to studying the effect of the cations potassium and sodium in the same concentrations as they had been used as chlorides in 1935 the experimental series described on p. 42 was set up. The solutions allowed of a healthy development, but a characteristic leaf injury occurred. The leaf tips or a region along the leaf margin took on a red purple tint. Later, the spots dried out, turned a red-brown and the edges curled over the upper surface. On the inner side of the injury very definite narrow zones 1 mm in width occurred, separated by equally narrow zones of a green shade. The width of the region of these zones may become as wide as 1 or 2 cm. Diseased and sound tissue are sharply separated; sometimes a chlorotic band occurs between the two regions. The rate of development of the injury is slow; finally, the leaves turn brown and shrivel up. The injury might easily be taken for one due to fungus attack (Fig. 10 Phot. 9).

The frequency of this disturbance is shown in Tab. 4. Sodium sulphate is more toxic than potassium sulphate.

For the experimental series set up in 1936 see p. 43. The action of nitrates was to be compared with the action of sulphates. Unfavourable weather conditions allowed of very scanty experimental results; they are recorded in Tab. 5. A few instances of a similar disturbance caused by nitrate and by sulphate were observed.

The disturbance cannot be ascribed to a specific action of sulphate. The actual cause was not found.

It is argued that since potassium deficiency tends to a lower water content in plants and the presence of chlorides leads to a higher degree of succulence, and since both factors cause a marginal disturbance in the leaf, it is not probable that „physiological dryness" can be the actual cause of the marginal leaf scorch.

As far as other plants have been studied Red Currants are more sensitive than any of them to the injurious action of the chlorine ion.

Thanks are due to Dr Geo. H. Pethybridge for his kindness in correcting the English Summary.

LITERATUUR

1. Bryan, O. C. 1921. Effect of different reactions on the growth and nodule formation of Soy Bean. Soil Science 13.
2. Dhein, A. en Remy, Th. 1933. Beiträge zu den physiologischen Grundlagen der Kalisalzdüngung. Landw. Jahrb. 76.
3. Duggar, B. M. Hydrogen ion concentration and the composition of nutrient solutions in relation to the growth of seed plants. Ann. Missouri Bot. Gard. 1920.
4. Garner, W. W., Mc Murtrey, J. E., Bowling, J. D., en Moss, E. G. 1930. Rôle of chlorine in nutrition and growth of the tobacco plant and its effect on the quality of the cured leaf. Journ. Agr. Res. 40.
5. Jager, H. de. 1933. Ziekteverschijnselen van enkele cultuurgewassen als gevolg van de inwerking van keukenzout. Acad. Proefschr. Utrecht.
6. Hus, P. 1933. Ziekten en beschadigingen van klein fruit. Tijdschr. over Plantenziekten 39.
7. James, W. O. 1930. The relation of potassium to the properties and function of the leaf. Ann. of Botany 44.
8. Kalchhofer, Z. 1936. Protoplasmazustand nährsalzmangelkranker Pflanzen. Protopalsma 24.
9. Löhnis, M. P. 1933. Randjesziekte bij aalbessen. Tijdschr. over Plantenz. 39.
10. Maiwald, K. 1923. Wirkung hoher Nährstoffgaben auf den Assimilationsapparat. Zeitschr. Angew. Bot. 5.
11. Mann, G. E. T. 1924. Some effects of calcium and potassium starvation. Ann. Rep. Agr. and Hort. Res. Sta. Long Ashton Bristol.
12. Nightingale, G. F., Addoms, R. M., Robbins, W. R., Schermerhorn, L. G. 1931. Effect of calcium deficiency on nitrate absorption and metabolism in tomato. Plant Physiol. 6.
13. Plassche, A. W. van der, 1931. Proefneming bij roode bessen (Duitsche Zure) met verschillende kalibemestingen in verband met de aantasting door randjesziekte. Tijdschr. over Plantenz. 37.
14. Reed, H. S. en Haas, A. R. C. Nutrient and toxic effects of certain ions on citrus and walnut trees with especial reference to the concentration and pH of the medium. Univ. Calif. Agr. Exp. Sta. Coll. Agric. Techn. Paper 17.
15. Remy, Th. 1927. Die Kalidüngung im Lichte eigener Beobachtungen und Erfahrungen.
16. Remy, Th. en Weiske, F. 1930. Ueber das Verhalten von Beerenobst gegen verschiedene Kalisalze. Ern. der Pflanze 26.
17. Sommer, A. L. en Sorokon, H. 1928. Effects of absence of boron and of some other essential elements on the cell tissue structure of the roottips of Pisum sativum. Plant Physiol. 3.
18. Stoffert. 1922. Beerenobstbau nach neuzeitlichen Grundsätzen. Mitt. D. Landw. Ges. 37.
19. Summers, F. 1922. The physiology of leaf scorch. Ann. Rep. Agr. Hort. Res. Sta. Long Ashton Bristol.
20. Wallace, T. 1928. The effect of manurial treatment on the chemical composition of Gooseberry bushes. Journ. of Pom. and Hort. Sc. 7.
21. Warne, L. G. G. 1934. The distribution of potassium in normal and scorched foliage. Ann. of Botany 48.

BESCHRIJVING DER FIGUREN (Description of Figures)

1. Van der Crone oplossing. KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$ + 0,02 NaCl norm. 1934.
   Van der Crone's solution. KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$ + 0,02 NaCl norm. 1934.
2. Van der Crone oplossing 0,02 $CaCl_2$ norm. 1935.
   Van der Crone's solution 0,02 $CaCl_2$ norm. 1935.
3. Beschadiging in het Proefveld Kalizout 40%. 1934.
   Injury from the experimental plot with potash manure salt 40%1934.
4. Van der Crone oplossing + 0,03 NaCl norm. 1935.
   Van der Crone's solution + 0,03 NaCl norm. 1935.
5. Van der Crone oplossing + 0,02 NaCl norm. 1935.
   Van der Crone's solution + 0,02 NaCl norm. 1935.
6. Beschadiging in het Proefveld Kalizout 40% 1935.
   Injury from the experimental plot arth potach manure salt 40% 1935.
7. Van der Crone oplossing. KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$. 1934.
   Van der Crone's solution. KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$. 1934.
8. Kaliumgebrek symptomen in de volle grond. 1935.
   Potassium deficiency symptoms in the open. 1935.
9. Van der Crone oplossing. KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$. 1936.
   Van der Crone's solution. KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$. 1936.
10. Van der Crone oplossing + 0,03 Na_2SO_4 norm. 1935.
    Van der Crone's solution + 0,03 Na_2SO_4 norm. 1935.

BESCHRIJVING DER FOTO'S (Description of Photographs)

1. Van der Crone oplossing, KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$ +0,02 NaCl norm. 1934.
   Van der Crone's solution, KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$ + 0,02 NaCl norm. 1934.
2. Van der Crone oplossing, KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$ + 0,02 KCl norm. 1935.
   Van der Crone's solution, KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$ + 0,02 KCl norm. 1935.
3. Van der Crone oplossing + 0,02 $CaCl_2$ norm. 1935.
   Van der Crone's solution + 0,02 $CaCl_2$ norm. 1935.
4. Van der Crone oplossing + 0,02 NaCl norm. 1935.
   Van der Crone's solution + 0,02 NaCl norm. 1935.
5. Van der Crone oplossing, KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$ + 0,01, + 0,02, en +0,03 KCl norm.
   Van der Crone's solution, KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$ + 0,01, +0,02 and +0,03 KCl norm.
6. Van der Crone oplossing met toevoeging van 0,01 NaCl, 0,01 $CaCl_2$ en 0,01 KCl norm. en zonder toevoeging.
   Van der Crone's solution with addition of 0,01 NaCl, 0,01 $CaCl_2$ and 0,01 KCl norm. and without addition.
7. Van der Crone oplossing KNO_3 vervangen door $Ca(NO_3)_2$. 1934.
   Van der Crone's solution, KNO_3 substituted by $Ca(NO_3)_2$. 1934.
8. Van der Crone oplossing, KNO_3 vervangen door $NaNO_3$. 1936.
   Van der Crone's solution, KNO_3 substituted by $NaNO_3$. 1936.
9. Van der Crone oplossing + 0,03 K_2SO_4 norm. 1935.
   Van der Vrone's solution + 0,03 K_2SO_4 norm. 1935.

Fig. 1

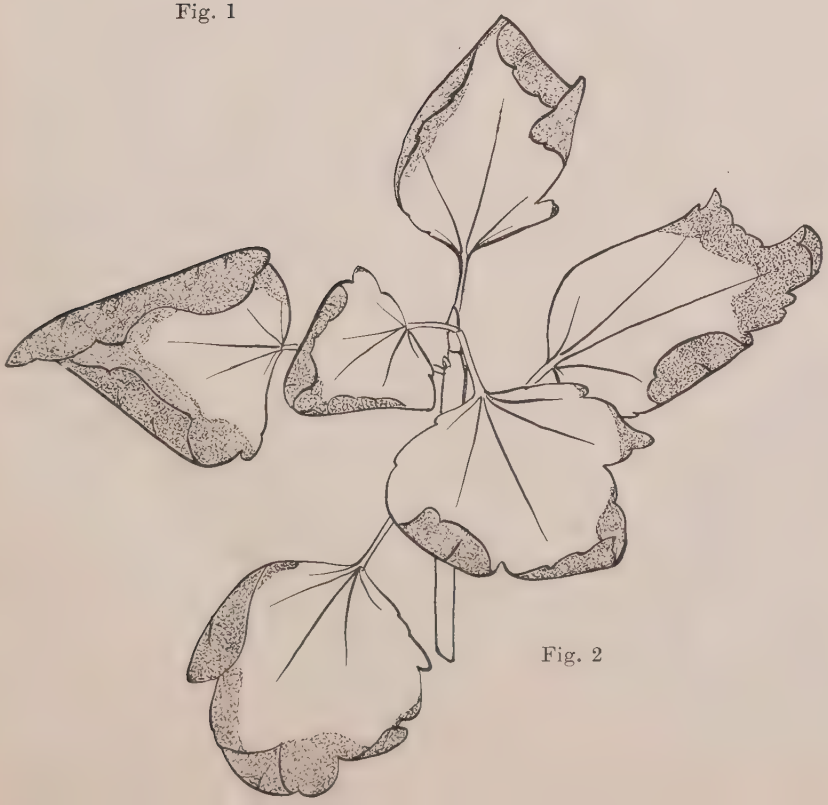

Fig. 2

Fig. 3

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

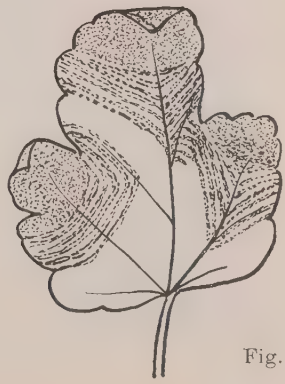

Fig. 10

Foto 1

Foto 2

Foto 3

Foto 4

Foto 5

Foto 6

Foto 7

Foto 8

Foto 9